

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра физической, органической химии и нанодисперсных технологий

В.Т. Брунов
В.В. Свиридов

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

(ЧАСТЬ 1)

Методические указания
для самостоятельной работы студентов
по физической химии инженерно-экологического факультета
специальностей 240100 «Химическая технология и биотехнология»,
240502 «Технология переработки пластических масс и эластомеров»,
280202 «Инженерная защита окружающей среды»,
261201 «Технология и дизайн упаковочного производства»

Екатеринбург
2010

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЭФ.
Протокол № 1 от 30 сентября 2009 г.

Рецензент – д-р хим. наук Б.Н. Дрикер.

Редактор К.В. Корнева
Оператор Г.И. Романова

Подписано в печать 20.05.10		Поз. 54
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 100 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,56	Цена 12 руб. 96 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Физическая химия – наука о закономерностях химических процессов и физических явлений. Она изучает химические процессы в неразрывной связи с сопровождающими их физическими явлениями. Физическая химия служит теоретической основой повседневной практической деятельности современного химика. Инженер-химик и химик-технолог должны не только знать физико-химические законы, но и уметь применять их для решения конкретных задач.

Решение задач помогает студенту усвоить и глубже понять теоретические положения курса. Сформировать физико-химическое мышление, привить навыки решения конкретных физико-химических задач, научить доводить решение до конечного числового результата, привить ответственность за результат расчёта – это важнейшее и весьма трудное в преподавании физической химии. Успех в этом не может быть достигнут без систематической самостоятельной работы студентов.

Прослушав лекции, изучив соответствующий раздел учебника, студент должен показать на практике, как им усвоен теоретический материал по соответствующему разделу, выполнив самостоятельно свой вариант по этому разделу. Каждый вариант включает 2-3 теоретических вопроса и 2-3 задачи.

Для облегчения решения задач в конце методических указаний приводится приложение, в котором имеются справочные материалы, требующиеся студенту при решении конкретных задач соответствующих разделов.

В данных методических указаниях приводятся теоретические вопросы и задачи по следующим разделам: «Молекулярные спектры», «Рефракция и дипольный момент молекул», «Парахор», «Термохимия», «Химическое равновесие» и «Молекулярные растворы».

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СПЕКТРЫ

Вариант 1

1. Частоты собственных колебаний изотопа хлора (^{35}Cl) и изотопа хлора (^{37}Cl) различаются, а межъядерные расстояния в обеих молекулах одинаковы. Будут ли наблюдаться различия: а) в положении полос колебательного спектра; б) в положении линий вращательного спектра этих молекул? Доказать.
2. Момент инерции циан-иона – $14,75 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Рассчитать частоты третьей и пятой линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы, определить межъядерное расстояние.
3. Определить длину волны, волновое число и частоту максимумов поглощения в колебательном спектре молекулы водорода, соответствующую переходам с нулевого уровня на первый и нулевого на максимальный колебательный уровень. Необходимые сведения взять из справочника. Рассчитать молярную энергию химической связи и максимальное значение колебательного квантового числа.

Вариант 2

1. В каких областях спектра можно наблюдать электронные полосы поглощения молекул?
2. У какой из молекул: калия (K_2) или натрия (Na_2) – длина химической связи больше и на сколько? Ответ аргументировать соответствующим расчетом. Данные о моментах инерции этих молекул взять из справочника. Найти соотношение между волновыми числами второй линии поглощения во вращательном спектре этих молекул.
3. Молекула которого вещества более прочная: фтора или брома? Из данных колебательных спектров этих молекул известно, что волновые числа собственных колебаний и их коэффициенты ангармоничности соответственно равны: $91\,900 \text{ м}^{-1}$ и $0,0148$; $32\,532 \text{ м}^{-1}$ и $0,00331$. Оценить соотношение максимальных колебательных энергий этих молекул.

Вариант 3

1. На какую величину согласно правилу отбора может изменяться вращательное квантовое число, колебательное квантовое число.
2. Межъядерное расстояние в молекуле NS равно $1,495 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Рассчитать длины волн второй и четвертой линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы и ее момент инерции. Чему равно волновое число, характеризующее переход молекулы со второй на третий вращательный уровень?

3. По известным значениям длин волн основного тона и первого обертона в спектре поглощения молекулы СО определить молярную энергию химической связи этого соединения. Основной тон – 4668,5 нм, первый обертон 2348,5 нм. Каково максимальное значение колебательного квантового числа?

Вариант 4

1. Как экспериментально проверить, подчиняется ли данный раствор закону Бера?
2. Какова длина химической связи у молекул: O_2 , O_2^+ и O_2^- , – если их моменты инерции равны соответственно: $19,35 \cdot 10^{-47}$ кг·м², $16,53 \cdot 10^{-47}$ кг·м², $23,83 \cdot 10^{-47}$ кг·м²? Результаты расчета проанализировать. Чему равна разность волновых чисел соседних полос поглощения во вращательном спектре каждой из этих молекул?
3. Длина волны основного тона в колебательном спектре поглощения молекулы бромистого водорода составляет 3908,5 нм, а молекулы хлористого водорода – 3465,8 нм; максимальные квантовые числа для них оказались соответственно: 29 и 28. В какой из молекул химическая связь прочнее и во сколько раз?

Вариант 5

1. Какое изменение колебательного квантового числа соответствует основному тону в колебательном спектре поглощения молекулы, первому и второму обертонам?
2. На основании данных микроволнового спектра поглощения молекулы СО определить ее момент инерции и межъядерное расстояние:
 $\nu \cdot 10^{-6}, \text{с}^{-1}$ 24 325,9 36 488,8 48 651,6 60 814,1
Каково соотношение между длинами волн первой и третьей полос поглощения в данном вращательном спектре?
3. Для молекулы HCl экспериментально определены длины волн основного тона – 3465 нм и первого обертона – 1764,3 нм. Рассчитать энергию химической связи этой молекулы, во сколько раз она больше энергии на нулевом квантовом уровне? Чему равно максимальное значение колебательного квантового числа?

Вариант 6

1. Как изменяется относительная заселенность вращательных состояний молекулы с увеличением вращательного квантового числа?
2. Момент инерции какой из молекул больше и во сколько раз: кислорода или водорода, – если длина химической связи у них соответственно 1,207 Å и 0,741 Å? Каково соотношение между волновыми числами четвертой линии поглощения во вращательном спектре этих молекул?

3. Молекула окиси азота имеет энергию химической связи $753,7 \text{ кДж/моль}$, волновое число собственных колебаний $190\,440 \text{ м}^{-1}$. Какова максимальная молярная энергия окиси азота? Чему равно максимальное квантовое число этой молекулы? Какова длина волны основного тона в колебательном спектре поглощения?

Вариант 7

1. Какой вид имеет колебательный спектр? Как рассчитать максимальную энергию колебательного движения атомов в молекуле?
2. Межъядерное расстояние в молекуле HS составляет $1,34 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Рассчитать длины волн второй и пятой линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы.
3. В спектре поглощения FBr , растворенного в неполярном растворителе, обнаружены основная полоса поглощения $\omega = 66\,360 \text{ м}^{-1}$ и первый обертон $\omega_1 = 131\,820 \text{ м}^{-1}$. Определить длину волны собственных колебаний атомов в молекуле, максимальное колебательное квантовое число, энергию колебаний на максимальном колебательном квантовом уровне, а также молярную энергию химической связи.

Вариант 8

1. Что такое молярный коэффициент поглощения? От чего зависит эта величина?
2. Момент инерции молекулы фтора – $31,63 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, длина химической связи в молекуле фтора меньше, чем в молекуле йода в 1,88 раз. Чему равен момент инерции молекулы йода? Он больше или меньше, чем у молекулы фтора? Во сколько раз? Какова разность волновых чисел соседних полос поглощения во вращательном спектре молекулы йода?
3. Какая из молекул: O_2 , O_2^+ , O_2^- – обладает более прочной химической связью? Частота собственных колебаний и коэффициенты ангармоничности для этих молекул соответственно равны: $4,74 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ и 0,0074; $5,71 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ и 0,0085; $3,32 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ и 0,00768. Каково максимальное квантовое число каждой из молекул?

Вариант 9

1. Как изменяется относительная заселенность колебательных состояний молекулы с увеличением колебательного квантового числа?
2. Момент инерции молекулы VO равен $15,53 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Рассчитать частоты пятой и седьмой линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы, найти межъядерное расстояние и вращательную энергию молекулы на третьем квантовом уровне.

3. Определить длину волны, волновое число и частоту максимумов поглощения в колебательном спектре циан-иона, соответствующие переходам с нулевого на второй и с нулевого на максимальный колебательный уровень. Чему равно максимальное квантовое число? Какова энергия диссоциации этого иона? Для циан-иона собственное волновое число $\omega_e = 206\,880\text{ м}^{-1}$, $\omega_e \cdot x = 1318\text{ м}^{-1}$.

Вариант 10

1. Напишите выражение для вращательной энергии двухатомной молекулы и укажите, на какую величину может меняться вращательное квантовое число при энергетических переходах.
2. Пользуясь справочными данными о моментах инерции молекул хлористого водорода и бромистого водорода, рассчитать длину химической связи в этих молекулах. В какой из них длина связи больше? Каково соотношение волновых чисел второй полосы поглощения во вращательном спектре их молекул?
3. Химическая связь какой из молекул – фтористого водорода или йодистого водорода – прочнее и во сколько раз? Какова частота основного тона и первого обертона в колебательном спектре поглощения каждой из этих молекул? Необходимые сведения взять из таблицы констант двухатомных молекул.

Вариант 11

1. Какие молекулярные константы можно рассчитать из данных вращательного спектра?
2. У какой из молекул: йодистого водорода или фтористого водорода – длина химической связи больше? Ответ подтвердить расчетом на основе справочных данных о моментах инерции этих молекул. Для каждой из молекул определить разность волновых чисел соседних линий поглощения во вращательном спектре.
3. Молекула йода обладает максимальной энергией 226,9 кДж/моль, а ее максимальное квантовое число – 176. Рассчитать частоту собственных колебаний этой молекулы, ее коэффициент ангармоничности, а также длину волны второго обертона в колебательном спектре. Во сколько раз энергия молекулы йода на нулевом колебательном уровне меньше энергии ее химической связи?

Вариант 12

1. В каких областях спектра проявляются переходы между вращательными состояниями молекулы? Как связано волновое число с длиной волны?

2. Межъядерное расстояние в молекуле NO составляет $1,151 \cdot 10^{-10}$ м. Определить разность волновых чисел соседних линий поглощения во вращательном спектре, а также частоты максимумов поглощения при переходе с вращательных квантовых уровней 3 и 5 на соседние.
3. На основании справочных данных о молекулярных константах рассчитать энергию диссоциации молекулы кислорода. Каково максимальное значение колебательного квантового числа? Какова длина волны второго обертона в спектре поглощения этой молекулы?

Вариант 13

1. Какие молекулярные константы можно рассчитать из данных колебательного спектра?
2. Двухатомные молекулы кислорода, серы и селена имеют моменты инерции соответственно: $19,35 \cdot 10^{-47}$ кг·м², $94,8 \cdot 10^{-47}$ кг·м² и $307,6 \cdot 10^{-47}$ кг·м². Какова длина химической связи каждой из молекул? Каково волновое число третьей линии поглощения во вращательном спектре каждой из этих молекул?
3. Максимальная колебательная энергия двухатомной молекулы серы – 554 кДж/моль, а максимальное колебательное квантовое число – 127. Рассчитать волновое число собственных колебаний этой молекулы, ее коэффициент ангармоничности, а также волновое число второго обертона в колебательном спектре. Какова энергия химической связи молекулы серы?

Вариант 14

1. Какой вид имеет вращательный спектр? Какие значения может принимать вращательное квантовое число?
2. Межъядерное расстояние в молекуле CO $1,128 \text{ \AA}$. Рассчитать длину волны и волновое число максимумов поглощения при переходе с вращательных квантовых уровней 1 и 2 на соседние.
3. Энергия химической связи молекулы NS – 481 кДж/моль, длина волны собственных колебаний – $0,00082 \text{ см}$. Рассчитать коэффициент ангармоничности, а также частоту основной полосы и первого обертона в спектре поглощения данной молекулы. На сколько энергия химической связи больше энергии молекулы на нулевом колебательном уровне и меньше ее максимальной энергии?

Вариант 15

1. Что такое оптическая плотность раствора? От чего зависит эта величина?
2. Какая из молекул: SiF или SiN – обладает большим моментом инерции и во сколько раз? Межъядерное расстояние SiF больше, чем у SiN в 1,0191 раз.

3. Какая из двухатомных молекул: калия (K_2) или натрия (Na_2) является наиболее прочной? Из данных колебательных спектров этих молекул известно, что волновые числа собственных колебаний и их коэффициенты ангармоничности соответственно равны: $9\,264\text{ м}^{-1}$ и $0,00\,382$; $15\,913\text{ м}^{-1}$ и $0,00\,456$. Оценить соотношение максимальных колебательных энергий этих молекул.

Вариант 16

1. Что называется спектром? Привести закон Бугера–Ламберта–Бера. Как доказать его применимость к данному раствору?
2. Момент инерции молекулы BN составляет $16,63 \cdot 10^{-47}\text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить разность волновых чисел соседних линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы и межъядерное расстояние. Рассчитать частоты максимумов поглощения при переходе с вращательных квантовых уровней 2 и 7 на соседние. Какова длина химической связи в этом соединении?
3. Энергия химической связи молекулы ВО равна $799,8\text{ кДж/моль}$, волновое число собственных колебаний – $188\,544\text{ м}^{-1}$. Рассчитать волновые числа основной полосы поглощения, первого обертона в спектре данной молекулы. Во сколько раз максимальная энергия колебаний в молекуле больше энергии ее на нулевом колебательном уровне?

Вариант 17

1. Что характеризует коэффициент ангармоничности? Какие значения может принимать колебательное квантовое число?
2. У какой из молекул: бромистого водорода или йодистого водорода – длина химической связи больше и во сколько раз? Из данных вращательных спектров поглощения известно, что момент инерции молекулы йодистого водорода больше, чем у бромистого водорода в 1,3 раза.
3. Максимальное квантовое число молекулы хлора равно 104, а молярная энергия ее на нулевом колебательном уровне – $3,34\text{ кДж/моль}$. Во сколько раз максимальная молярная энергия в этом случае больше молярной энергии химической связи? Какова частота основного тона и первого обертона в колебательном спектре поглощения молекулы хлора?

Вариант 18

1. Для какого из веществ: NO ($r_e = 1,15\text{ Å}$) или HF ($r_e = 0,92\text{ Å}$) разность волновых чисел соседних линий поглощения во вращательном спектре больше? Объясните.
2. Межъядерное расстояние в молекуле NBr составляет $1,79 \cdot 10^{-10}\text{ м}$. Рассчитать частоты первой и третьей линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы. Чему равна энергия вращательного движения на пятом квантовом уровне?

3. Частота собственных колебаний группы OH^\cdot равна $1,12 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$, коэффициент ангармоничности – 0,0 228. Рассчитать максимальное колебательное квантовое число и энергию диссоциации этого двухатомного радикала. Насколько она больше энергии на нулевом колебательном уровне? Какова длина волны второго обертона в колебательном спектре гидроксильной группы?

Вариант 19

1. Какова связь между оптической плотностью раствора и светопропусканием?
2. По данным, полученным из вращательных спектров поглощения, момент инерции молекулы брома больше момента инерции молекулы хлора в 2,976 раз. У какой из этих молекул больше длина химической связи и во сколько раз?
3. У молекулы водорода или дейтерия химическая связь прочнее. Доказать это с помощью расчетов, при условии, что коэффициент ангармоничности, длина волны второго обертона в колебательном спектре поглощения этих молекул соответственно равны: 0,02 689 и 849,33 нм; 0,02 056 и 1164,66 нм.

Вариант 20

1. В каких областях спектра проявляются переходы между колебательными состояниями молекулы? В каких единицах измеряют волновые числа?
2. Момент инерции молекулы BCl равен $40,5 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Определить разность волновых чисел соседних линий поглощения во вращательном спектре этой молекулы и межъядерное расстояние. Каково соотношение частот полос поглощения, соответствующее переходам с нулевого на первый и со второго на третий вращательный квантовый уровень данной молекулы?
3. Зная максимальную колебательную энергию 1115 кДж/моль и максимальное квантовое число 157, рассчитать волновое число собственных колебаний этой молекулы, ее коэффициент ангармоничности, а также частоту второго обертона в колебательном спектре. Насколько максимальная колебательная энергия больше энергии химической связи в данном случае?

Вариант 21

1. Напишите выражение для вращательной энергии двухатомной молекулы и укажите, на какую величину может меняться вращательное квантовое число при переходах вследствие взаимодействия с излучением.
2. Собственные волновые числа молекул HI и N_2 близки, а коэффициент ангармоничности HI примерно в 2,5 раза больше коэффициента ангармоничности N_2 . Какая из этих молекул более прочная?
3. Зная максимальную колебательную энергию, равную $1,115 \cdot 10^3 \text{ кДж/моль}$, и максимальное квантовое число, равное 157, рассчитайте собственное волновое число данной молекулы.

Вариант 22

1. В каких областях спектра можно наблюдать электронные полосы поглощения молекул?
2. На основании справочных данных о молекулярных константах O_2 рассчитайте максимальное колебательное квантовое число для этой молекулы.
3. Момент инерции некоторой двухатомной молекулы равен $14,0 \cdot 10^{-47} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Рассчитайте волновые числа первой и второй линий во вращательном спектре поглощения.

Вариант 23

1. Что представляет собой чисто вращательный спектр поглощения двухатомной молекулы как жесткого ротатора (укажите характер расположения максимумов и их относительную интенсивность)? В какой области он проявляется?
2. Какие молекулярные константы могут быть найдены, если известны частоты колебательных полос в спектре поглощения данного вещества?
3. Волновые числа основной полосы и первого обертона в спектре поглощения молекулы $^{19}\text{F}^{35}\text{Cl}$ соответственно равны $773,5$ и $1533,0 \text{ см}^{-1}$. Рассчитайте собственное волновое число и коэффициент ангармоничности.

Вариант 24

1. Что представляет собой колебательный спектр двухатомного газа (укажите характер расположения полос и их относительную интенсивность)? В какой области он проявляется?
2. Рассчитайте волновое число линии во вращательном спектре поглощения CN , соответствующей переходу с третьего ($j = 3$) на четвертый ($j = 4$) квантовый уровень, если межъядерное расстояние в этой молекуле равно $1,17 \text{ \AA}$.
3. Рассчитайте энергию диссоциации (в кДж/моль) некоторой двухатомной молекулы, если для нее $\omega_e = 0,324 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$ и $x_e = 1,73 \cdot 10^{-2}$.

Вариант 25

1. Напишите формулу для расчета энергии химической связи в двухатомной молекуле, если известны величины ω_e и x_e .
2. Для какой из следующих молекул в газовой фазе энергия вращения при $j = 1$ наибольшая: P_2 , HF , CO , Cl_2 (считать r примерно одинаковым)?
3. Пользуясь справочными данными, рассчитайте изменение энергии (в Дж на молекулу) вращательного движения при переходе молекулы HF с вращательного уровня $j = 1$ на $j = 2$.

РЕФРАКЦИЯ И ДИПОЛЬНЫЙ МОМЕНТ МОЛЕКУЛ

Вариант 1

1. Что такое диэлектрическая проницаемость? Что она характеризует, как она связана с поляризуемостью молекул? Привести уравнение Клаузиуса-Мосотти.
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить удельную рефракцию этилформиата.
3. Вещество, имеющее брутто-формулу C_6H_7N , необходимо идентифицировать по справочнику, если известно, что его показатель преломления при $20^\circ C$ равен 1,5 861, а плотность – $1019,5 \text{ кг/м}^3$.
4. Определить показатель преломления раствора изобутилового спирта, содержащего при 293 К 37% (масса) изопропилового спирта, имеющего плотность $0,75 \text{ 925 г/см}^3$ Необходимые данные взять из справочника.
5. Для пропанола экспериментально получены приведенные в таблице данные.

T, К	283	288	293	298
ε	29	24,2	23,2	18,3
ρ , кг/м ³	810	806	804	798

Рассчитать дипольный момент молекулы в Кл·м, сравнить с табличным значением ($1 \text{ Кл}\cdot\text{м} = 0,949 \cdot 10^5 \text{ м}^{5/2} \cdot \text{кг}^{1/2} \cdot \text{с}^{-1}$).

Вариант 2

1. Какая величина рассчитывается по формуле: $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)\rho}$, какой ее физический смысл? Какова размерность этой величины?
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, рассчитать удельную рефракцию уксусного ангидрида.
3. Общая формула молекулы вещества C_5H_5N . Как оно называется, если при 298 К его показатель преломления 1,5 095, а плотность 982 кг/м^3 ?
4. Каков процентный состав раствора (объемный %) глицерина в воде, если показатель преломления его 1,404, а чистых компонентов соответственно 1,4 744 и 1,333?
5. Рассчитать дипольный момент молекулы фенола по приведенным в таблице экспериментальным данным.

$\Pi_{\text{уд.}} \text{ см}^3/\text{г}$	0,6	0,53	0,3	0,22	0,12
ϕ , мас. доля	0,025	0,05	0,2	0,3	05

Плотность фенола при 313 К равна 1057 кг/м^3 , а показатель преломления при этой температуре – 1,54.

Вариант 3

1. Как рассчитать процентный состав смеси двух жидкостей, что для этого необходимо знать?
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, определить молярную и удельную рефракцию глюкозы.
3. При 293 К показатель преломления вещества, имеющего брутто формулу $C_4H_{10}O$ $n = 1,3\ 993$, а его плотность $806,95\text{ кг/м}^3$. Это вещество является спиртом или эфиром? Доказать.
4. Какова плотность раствора *o*-ксилола при 293 К, содержащего 55% (масса) бутилового спирта, если его показатель преломления при этой температуре 1,447? Необходимые дополнительные данные взять из справочника.
5. Для уксусноэтилового эфира экспериментально получены приведенные в таблице данные.

T, К	283	288	293	298
ϵ	7,31	7,31	6,41	6,02
ρ , кг/м ³	913	906	900	894

Рассчитать дипольный момент молекулы в Кл·м, сравнить с табличным значением ($1\text{ Кл}\cdot\text{м} = 0,949\cdot 10^5\text{ м}^{5/2}\cdot\text{кг}^{1/2}\cdot\text{с}^{-1}$).

Вариант 4

1. Какая величина рассчитывается по формуле: $\frac{4}{3}\pi \cdot N_a \cdot \alpha_o$? Что она собой представляет? Какова ее размерность?
2. Вычислить молярную и удельную рефракцию фенилгидразина, пользуясь таблицей атомных рефракций.
3. Вещество имеет брутто-формулу C_8H_8 . Необходимо идентифицировать его, если известно, что при 20^0C оно имеет показатель преломления 1,5 468 и плотность 940 кг/м^3 .
4. Найти процентное содержание аллилового спирта в *o*-ксилоле, если при 293 К показатель преломления смеси равен 1,485, а ее плотность составляет $0,87\ 278\text{ г/см}^3$. Дополнительные данные, если они необходимы, взять из справочника.
5. Для хлороформа при 283 К экспериментально определены следующие величины: показатель преломления 1,4 456, плотность $1,5\ 077\text{ г/см}^3$, дипольный момент 1,148 Д. Определить удельную поляризацию хлороформа.

Вариант 5

1. В уравнении для расчета дипольного момента есть коэффициент 0,0 128: $\mu = 0,0128\sqrt{(\pi - R)T}$. Показать, как он выводится, привести расчет.

2. Воспользовавшись таблицей атомных рефракций, рассчитать удельную рефракцию диоксана.
3. Плотность вещества, имеющего общую формулу $C_4H_8O_2$, при 298 К $900,5 \text{ кг/м}^3$, а его показатель преломления – 1,3 726. Идентифицировать указанное вещество.
4. Каков показатель преломления этиленгликоля, если 30%-й (объем) водный раствор его имеет показатель преломления 1,3 625, а воды – 1,333?
5. Определить дипольный момент молекулы ацетона, если зависимость поляризации его от весовой доли в неполярном растворителе имеет описанный в таблице характер.

$\pi_{\text{уд}}, \text{ см}^3/\text{Г}$	2,57	2,33	1,93	1,59	1,3
x, мас. доля	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4

Показатель преломления ацетона при 20°C равен 1,3 591, плотность его при этой температуре составляет $790,5 \text{ кг/м}^3$.

Вариант 6

1. Какая величина рассчитывается по формуле $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho}$. Какова размерность этой величины?
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить удельную рефракцию ацетофенона.
3. Вещество имеет брутто-формулу C_7H_8O . Необходимо идентифицировать его, если известно, что при 20°C оно имеет показатель преломления 1,5 405, а плотность – $1,045 \text{ г/см}^3$.
4. Определить показатель преломления смеси, содержащей 19% (масса) алилового спирта при 298 К в *o*-ксилоле и имеющей плотность при этой температуре 875 кг/м^3 . Необходимые данные взять из справочника.
5. Для хлорбензола определены: дипольный момент, равный 1,555 Д; плотность – $1,1279 \text{ г/см}^3$; показатель преломления – 1,5 248; молярная поляризация при бесконечном разведении – $85,6 \text{ см}^3/\text{моль}$. Рассчитать, при какой температуре определены экспериментально приведенные данные.

Вариант 7

1. Что является мерой полярности молекулы? В каких единицах эта мера выражается в системе СИ и СГС?
2. Вычислить удельную рефракцию нитробензола, воспользовавшись таблицей атомных рефракций.

3. Необходимо назвать соединение, имеющее брутто-формулу $C_3H_6O_2$, если известно, что при 293 К его плотность составляет $920,7 \text{ кг/м}^3$, а показатель преломления – 1,3 593.
4. При 293 К раствор этиленгликоля в 2-пропаноле имеет показатель преломления 1,4, а плотность – $0,9 \text{ 036 г/см}^3$. Каков процентный (по массе) состав раствора? Необходимые сведения взять в справочнике.
5. Показатель преломления ацетона $n = 1,3 \text{ 591}$ при 293 К, а плотность – $0,7 \text{ 905 г/см}^3$. Определить молярную рефракцию и сопоставить полученную величину с рассчитанной по правилу аддитивности.

Вариант 8

1. Какая величина рассчитывается по формуле: $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho}$; и каков ее физический смысл? Какова размерность этой величины?
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить молекулярную рефракцию ацетонитрила.
3. Вещество имеет брутто-формулу C_8H_8O . Необходимо идентифицировать его, если известно, что при 20°C оно имеет показатель преломления 1,534, и плотность 1049 кг/м^3 .
4. По приведенным в таблице данным вычислить процентную (по массе) концентрацию хлороформа в растворе.

	Показатель преломления	Плотность, кг/м^3
Хлороформ	1,4457	1488
Хлорбензол	1,5248	1110
Раствор	1,493	1260

5. Для бромбензола показатель преломления составляет 1,5 601, а плотность – $1,4 \text{ 919 г/см}^3$. При 20°C зависимость удельной поляризации от массовой доли имеет описаний в таблице характер.

$\pi_{\text{уд}}, \text{ см}^3/\text{г}$	0,434	0,242	0,107	0,057
$x, \text{ мас. доля}$	0,05	0,2	0,4	0,6

Определить дипольный момент бромбензола и сравнить полученное значение с табличным.

Вариант 9

1. Зависимость поляризации от температуры имеет вид $\pi = A + B \frac{1}{T}$. Какая это поляризация? Чему равны коэффициенты A и B , каков их смысл? Как определить их графически?
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций вычислить удельную рефракцию этилового эфира уксусной кислоты.

- Показатель преломления вещества при 293 К равен 1,5 524, плотность его – 1,20 975 г/см³, а общая формула – C₆H₅O₂N. Что это за вещество?
- По приведенным в таблице данным вычислить процентную концентрацию пропилового спирта в растворе.

	Показатель преломления	Плотность, кг/м ³
Изобутиловый спирт	1,3 958	802,7
Изопропиловый спирт	1,3 773	785,1
Раствор	1,385	789,25

- Для диэтилового эфира при 20⁰С экспериментально определены следующие величины: показатель преломления – 1,3 526, плотность – 0,7 135 г/см³, молярная поляризация при бесконечном разведении $55 \cdot 10^{-6}$ м³/моль. Определить дипольный момент диэтилового эфира и проверить полученное значение по справочным данным.

Вариант 10

- Зависимость поляризации от температуры имеет вид: $\pi = \frac{B}{T}$. Какая это поляризация? Чему равен коэффициент B ?
- Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить удельную рефракцию диэтилового эфира.
- Вещество при 293 К имеет плотность 990,2 кг/м³, а показатель преломления его – 1,3 869. Брутто-формула: C₃H₆O₂. Это кислота или эфир? Доказать.
- Определить показатель преломления раствора бутанола, содержащего 45% (масса) *o*-ксилола и имеющего при 293 К плотность 844,5 кг/м³. Необходимые данные взять из справочника.
- Для этанола зависимость удельной поляризации от весовой доли его имеет описанный в таблице характер.

$\pi_{уд}, \text{ см}^3/\text{г}$	1,258	1,031	0,701	0,309	0,227	0,124
$x, \text{ мас. доля}$	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7

При 20⁰С показатель преломления этанола – 1,3 611, его плотность – 789,3 кг/м³. Определить дипольный момент данного вещества и сравнить с табличным значением.

Вариант 11

- Какой вид поляризации имеет место в постоянном электрическом поле, в электромагнитном поле высокой частоты? Почему? Рассмотреть подробно.
- Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить удельную и молярную рефракции этиленгликоля.

3. Идентифицировать вещество, имеющее общую формулу $C_4H_8O_2$, показатель преломления 1,4 224 и плотность $1028,6 \text{ кг/м}^3$ при 293 К.
4. Раствор 2-пропанола, содержащий 41,5% (масса) этиленгликоля при 293 К, имеет показатель преломления 1,4. Какова плотность этого раствора (в кг/м^3)? Воспользуйтесь справочным материалом.
5. Определить молярную рефракцию пиррола C_4H_5N , если показатель преломления равен 1,5 034 и плотность составляет 929 кг/м^3 . Сравнить полученную величину с рассчитанной по правилу аддитивности.

Вариант 12

1. Как рассчитать молярную рефракцию твердого вещества (показать на примере определения молярной рефракции глюкозы)?
2. Вычислить удельную рефракцию фенилэтилена, пользуясь таблицей атомных рефракций.
3. Вещество, имеющее брутто-формулу $C_4H_{10}O$, необходимо идентифицировать по справочнику, если известно, что при 20°C его показатель преломления равен 1,3 526, а плотность составляет $718,3 \text{ кг/м}^3$.
4. Определить процентное содержание хлороформа в сероуглероде, если при 293 К эта смесь имеет плотность $1,394 \text{ г/мл}$, а ее показатель преломления – 1,53. Остальные сведения взять из справочника.
5. Для нитробензола зависимость удельной поляризации от весовой доли имеет описанный в таблице характер.

$\pi_{\text{уд}}, \text{ см}^3/\text{г}$	2,373	1,945	0,895	0,428
x , мас. доли	0,05	0,1	0,3	0,5

При 20°C показатель преломления нитробензола составляет 1,5 524, плотность – $1,2 033 \text{ г/см}^3$. Определить его дипольный момент и сравнить с табличным значением.

Вариант 13

1. Какие виды поляризации известны? Чем они отличаются друг от друга?
2. Рассчитать удельную рефракцию фенола, пользуясь таблицей атомных рефракций.
3. Показатель преломления вещества при 293 К равен 1,3 591, его плотность – 795 кг/м^3 , а общая формула – C_3H_6O . Что это за вещество?
4. Какова плотность этиленгликоля при 293 К, если его раствор, содержащий 58,5% (масса) 2-пропанола, имеет показатель преломления при этой же температуре 1,4 и плотность $0,9036 \text{ г/мл}$, а раствор, содержащий 41,5% (масса) 2-пропанола, имеет показатель преломления 1,4 093 и плотность $0,9 588 \text{ г/мл}$? Показатель преломления этиленгликоля при 20°C равен 1,4 318.

5. Определить показатель преломления ацетона при 20⁰С, если экспериментально определенный дипольный момент его молекулы – 2,72 Д, плотность – 790,5 кг/м³, а молярная поляризация – 173 см³/моль.

Вариант 14

1. В каком поле имеет место электронная поляризация? В каких координатах должна быть представлена зависимость полной поляризации вещества от температуры, чтобы она была линейной.
2. Какова удельная рефракция пропионовой кислоты? Воспользоваться таблицей атомных рефракций.
3. Плотность вещества при 293 К составляет 923 кг/м³, его показатель преломления – 1,3 603, а общая формула – C₃H₆O₂. Как называется это вещество?
4. 30%-й (по объему) раствор ацетона в ацетофеноне имеет показатель преломления 1,4 815. Каков показатель преломления ацетофенона, если таковой для ацетона составляет 1,3 591?
5. Показатель преломления бутанола при 293 К равен 1,3 993, а его плотность – 808,6 кг/м³. Каков дипольный момент молекулы бутанола, если известна приведенная в таблице зависимость.

$\pi_{уд}, \text{ см}^3/\text{г}$	0,88	0,77	0,62	0,42	0,28
$x, \text{ мас. доля}$	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6

Вариант 15

1. Какая величина рассчитывается по формуле: $\frac{\mu^2 N_A}{3RT}$? Рассказать о ней подробнее.
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить удельную и молярную рефракции пиридина.
3. Вещество имеет брутто-формулу C₂H₄O₂. Необходимо идентифицировать его, если известно, что при 20⁰С оно имеет показатель преломления 1,342 и плотность 965,9 кг/м³.
4. Смесь, содержащая при 293 К 42% (масса) сероуглерода в хлороформе, имеет плотность 1394,16 кг/м³ и показатель преломления 1,5 306. Определить плотность чистого хлороформа, если его показатель преломления равен 1,4 456, а соответствующие параметры сероуглерода – 1263,2 кг/м³ и 1,628.
5. Для анилина экспериментально определены приведенные в таблице величины.

T, К	283	288	293	298
ϵ	7,86	7,56	7,26	6,94
$\rho, \text{ кг/м}^3$	1030	1026	1023	1020

Рассчитать дипольный момент молекулы в Кл·м, сравнить с табличным значением (1 Кл·м = 0,949·10⁵ м^{5/2}·кг^{1/2}·с⁻¹).

Вариант 16

1. В каких электрических полях проявляется электронная, атомная и ориентационная поляризации?
2. По табличным значениям атомных рефракций вычислить удельную и молярную рефракции метилацетата.
3. Как называется вещество, имеющее при 293 К показатель преломления 1,3442, плотность $782,2 \text{ кг/м}^3$ и общую формулу $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}$?
4. Пользуясь необходимым справочным материалом, определить показатель преломления раствора, при 293 К содержащего 58,5% (масса) этиленгликоля в 2-пропанол и имеющего плотность $958,8 \text{ кг/м}^3$.
5. Какова молекулярная масса вещества, плотность которого при 20°C равна $1203,3 \text{ кг/м}^3$; молярная поляризация – $354 \text{ см}^3/\text{моль}$; показатель преломления – 1,5524, а дипольный момент молекулы – 3,897 Д?

Вариант 17

1. Привести уравнение Клаузиуса–Мосотти и объяснить, что за величины входят в него.
2. Вычислить удельную рефракцию анилина, пользуясь таблицей атомных рефракций.
3. Вещество имеет брутто-формулу $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2$. Необходимо идентифицировать его, если известно, что при 20°C оно имеет показатель преломления 1,6105, а плотность – 1100 кг/м^3 .
4. Водный раствор, содержащий 75% (масса) глицерина при 20°C имеет показатель преломления 1,439 и плотность 1201 кг/м^3 . Плотность глицерина при этой температуре равна $1259,4 \text{ кг/м}^3$, а воды – $998,2 \text{ кг/м}^3$. Определить показатель преломления глицерина, если для воды он 1,333.
5. Для бутанола известны приведенные ниже в таблице данные.

T, К	283	288	293	298
ϵ	13,6	12,3	11,6	10,6
ρ , кг/м^3	816	812	810	805

Определить дипольный момент молекулы в системе СИ, сравнить с табличным значением ($1 \text{ Кл}\cdot\text{м} = 0,949 \cdot 10^5 \text{ м}^{5/2} \cdot \text{кг}^{1/2} \cdot \text{с}^{-1}$).

Вариант 18

1. В чем состоит суть двух методов определения дипольных моментов молекул? Привести полное уравнение Дебая.
2. По таблицам атомных рефракций рассчитать удельную и молярную рефракции метилформиата.
3. Общая формула вещества: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$; его плотность при 293 К составляет $800,6 \text{ кг/м}^3$, а показатель преломления – 1,3854. Как называется это вещество?

4. Какова плотность изопропилового спирта при 293 К, если его раствор, содержащий 41,5% (масса) этиленгликоля, имеет показатель преломления 1,4 и плотность при этой температуре 903,6 кг/м³, а раствор, содержащий 58,5% (масса) этиленгликоля, имеет показатель преломления 1,4 093 и плотность 958,8 кг/м³? Показатель преломления изопропилового спирта при 293 К равен 1,3 776.

5. Уксусный ангидрид при 20⁰С имеет плотность 1081 кг/м³, а показатель преломления 1,3 902. Определить дипольный момент молекулы уксусного ангидрида по приведенным в таблице экспериментальным данным.

$\pi_{\text{уд}}, \text{см}^3/\text{г}$	1,68	1,57	1,33	1,15	1,0
$x, \text{мас. доля}$	0,025	0,05	0,15	0,25	0,35

Вариант 19

1. Какие величины измеряют экспериментально при определении дипольного момента молекул полярной жидкости? Написать необходимые формулы для расчета.

2. Какова удельная рефракция формамида? Воспользоваться таблицей атомных рефракций.

3. При 293 К плотность вещества равна 1,083 г/см³, показатель преломления – 1,3 902, а брутто-формула – C₄H₆O₃. Как называется это вещество?

4. Показатель преломления воды составляет 1,333, а 65% (по объему) водного раствора уксусного ангидрида – 1,37. Каков показатель преломления чистого уксусного ангидрида?

5. Какова плотность этанола при 20⁰С, если экспериментально определенный дипольный момент молекулы его при этой температуре равен 1,6 456 Д, показатель преломления – 1,3 611, молярная поляризация – 70,2 см³/моль?

Вариант 20

1. Как влияет температура на отдельные виды поляризации?

2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, рассчитать удельную и молярную рефракции *o*-ксилола.

3. Как называется вещество, имеющее брутто-формулу C₈H₁₈, плотность 702,4 кг/м³ при 293 К, а показатель преломления 1,3 977?

4. Каков объемный процент этанола в его водном растворе, если показатель преломления этого раствора составляет 1,344, а чистого спирта при этой температуре – 1,3 611 и воды – 1,333?

5. Вычислить дипольный момент аммиака по табличным данным зависимости поляризации газообразного аммиака от температуры.

T, К	292,2	309	333	387	413	446
$\Pi \cdot 10^6, \text{м}^3/\text{моль}$	57,57	55,00	51,22	45,00	42,50	39,60

Вариант 21

1. Что такое молярная рефракция и в каких единицах она измеряется в системе СИ и СГС?
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, рассчитать удельную и молярную рефракции пиридина?
3. Как называется вещество, химическая формула которого $C_5H_{12}O$, если при 293 К его плотность $0,8144 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,4099?
4. Определить состав (объемный %) водного раствора ацетона, если его показатель преломления 1,34. Воспользоваться справочным материалом.
5. Определить дипольный момент молекулы этанола по приведенным в таблице экспериментальным данным.

T, К	288	298	308	318
ε	25,71	24,26	22,84	21,42
ρ , г/см ³	0,7936	0,7852	0,7766	0,7631

Вариант 22

1. Что такое удельная рефракция? Какая размерность у удельной рефракции в системе СГС и СИ?
2. Из чего складывается общая поляризуемость молекулы? Как зависят отдельные виды поляризуемости от температуры?
3. Как называется вещество, химическая формула которого C_4H_4S , если при 293 К его плотность составляет $1064,7 \text{ кг/м}^3$, показатель преломления – 1,5289?
4. Найти процентное содержание хлороформа в его смеси с четыреххлористым углеродом, если известно, что $r_{\text{смеси}} = 0,175 \text{ см}^3/\text{г}$, $\rho_{\text{CHCl}_3} = 1,489$ и $\rho_{\text{CCl}_4} = 1,5939 \text{ г/см}^3$; $n_{\text{CHCl}_3} = 1,4456$ и $n_{\text{CCl}_4} = 1,4603$; $t = 20^\circ\text{C}$.
5. Вычислить дипольный момент молекулы газообразного аммиака по зависимости поляризации от температуры, показанной в таблице.

T, К	292,2	309	333	387	413	446
$\pi \cdot 10^6$, м ³ /моль	57,57	55	51,22	45	42,5	39,6

Вариант 23

1. Какая величина рассчитывается по формуле $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho}$. Какова размерность этой величины?
2. Воспользовавшись таблицей атомных рефракций, рассчитать удельную рефракцию этилформиата.

3. Вещество, имеющее брутто-формулу C_6H_7N , необходимо идентифицировать по справочнику, если известно, что его показатель преломления при $20^{\circ}C$ равен 1,5 861, а плотность – $1019,5 \text{ кг/м}^3$.
4. Смесь, содержащая 42% (масса) сероуглерода в хлороформе при 293 К, имеет плотность $1394,16 \text{ кг/м}^3$ и показатель преломления 1,5 306. Определить плотность чистого хлороформа, если его показатель преломления равен 1,4 456, а соответствующие параметры сероуглерода: $1263,2 \text{ кг/м}^3$ и 1,628.
5. Для хлороформа при 283 К экспериментально определены следующие величины: показатель преломления 1,4 456; плотность $1,5 \text{ 077 г/см}^3$; дипольный момент 1,148 Д. Определить удельную поляризацию хлороформа.

Вариант 24

1. Как рассчитать процентный состав смеси двух жидкостей, что для этого необходимо знать?
2. Вычислить удельную рефракцию нитробензола, воспользовавшись таблицей атомных рефракций.
3. При 293 К плотность вещества составляет $1,083 \text{ г/см}^3$, показатель преломления – 1,3 902, а брутто-формула – $C_4H_6O_3$. Как называется это вещество?
4. Найти процентное содержание аллилового спирта в *о*-ксилоле, если показатель преломления смеси при 293 К равен 1,485, а ее плотность – $0,87 \text{ 278 г/см}^3$. Дополнительные данные, если они необходимы, взять из справочника.
5. Показатель преломления ацетона $n = 1,3591$ при 293 К, а и плотность – $0,7 \text{ 905 г/см}^3$. Определить молярную рефракцию и сопоставить полученную величину с рассчитанной по правилу аддитивности.

Вариант 25

1. Что такое диэлектрическая проницаемость? Что она характеризует, как она связана с поляризуемостью молекул? Привести уравнение Клаузиуса–Мосотти.
2. Пользуясь таблицей атомных рефракций, вычислить удельную рефракцию ацетофенона.
3. Вещество, имеющее брутто-формулу $C_4H_{10}O$, необходимо идентифицировать по справочнику, если известно, что при $20^{\circ}C$ его показатель преломления равен 1,3 526, а плотность – $718,3 \text{ кг/м}^3$.
4. Пользуясь необходимым справочным материалом, определить показатель преломления раствора, содержащего 58,5% (масса) этиленгликоля при 293 К в 2-пропанолe и имеющего плотность $958,8 \text{ кг/м}^3$.
5. Для диэтилового эфира при $20^{\circ}C$ экспериментально определены следующие величины: показатель преломления 1,3 526, плотность $0,7 \text{ 135 г/см}^3$, молярная поляризация при бесконечном разведении $55 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$. Определить дипольный момент диэтилового эфира и проверить полученное значение по справочным данным.

ПАРАХОР

Вариант 1

1. В чем суть сталагмометрического метода определения поверхностного натяжения жидкостей?
2. Каков парахор гептана? Необходимые данные взять из справочника, пользуясь свойством аддитивности.
3. Идентифицировать вещество, имеющее брутто-формулу $C_3H_6O_2$, если известно, что при 293 К его поверхностное натяжение равно $23,84 \text{ эрг/см}^2$, а плотность $915,5 \text{ кг/м}^3$. Данные по парахорам атомов и связей взять из справочника.
4. По справочным данным зависимости поверхностного натяжения гексана от температуры рассчитать изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 поверхности гексана в интервале от 273 до 333 К, определить критическую температуру этого вещества.

Вариант 2

1. Дипольный момент, молярная рефракция, удельная поляризация, парахор, сила, масса, ускорение – все эти величины аддитивны? Пояснить.
2. Пользуясь таблицей парахоров атомов и связей, определить парахор нитрометана.
3. Идентифицировать вещество, имеющее брутто-формулу C_7H_8 , если известно, что при 293 К его поверхностное натяжение $28,53 \text{ эрг/см}^2$, а плотность $868,6 \text{ кг/м}^3$. Данные взять из справочника.
4. Поверхностное натяжение ацетофенона при 283 и 293 К соответственно равно $39,50 \cdot 10^{-3}$ и $38,21 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$. Определить критическую температуру этого вещества, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 его поверхности в указанном интервале температур.

Вариант 3

1. В чем суть определения поверхностного натяжения жидкостей методом отрыва кольца?
2. Каков парахор формамида? Необходимые данные о парахорах атомов и инкрементов парахора взять из справочника.
3. Поверхностное натяжение вещества, имеющего формулу C_8H_8 , при 293 К равно 32 дин/см, а плотность его при этой температуре – $906,7 \text{ кг/м}^3$. Необходимо идентифицировать это вещество, воспользовавшись справочными данными о парахорах атомов и связей.
4. Определить графическим способом критическую температуру хлороформа, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы его поверхности в интервале от 293 до 303 К. Температурную зависимость поверхностного натяжения этого вещества взять из справочника.

Вариант 4

1. Наклонный дифференциальный манометр установки Ребиндера в момент отрыва пузырька от капилляра, погруженного в толуол при 303 К, имеет показание 187 мм вод. ст. Радиус капилляра составляет 0,075 мм. Каков угол наклона данного манометра?
2. Определить паракор пропионовой кислоты. Воспользоваться таблицей паракоров атомов и связей.
3. Плотность вещества, имеющего формулу $C_4H_{10}O$, при 303 К составляет 700 кг/м^3 , а его поверхностное натяжение при этой температуре равно $15,8 \text{ эрг/см}^2$. Необходимо идентифицировать данное вещество, пользуясь справочными данными о паракорах атомов и связей.
4. Рассчитать изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 поверхности *о*-ксилола в интервале от 273 до 298 К, а также определить критическую температуру этого вещества, используя необходимые справочные данные.

Вариант 5

1. В установке Ребиндера наклонный манометр расположен под углом 15° и заполнен водой с плотностью 1000 кг/м^3 . Радиус капилляра – 0,1 мм. Если капилляр погружен в воду при 298 К, то каково показание манометра в момент отрыва пузырька?
2. По табличным данным о паракорах атомов и связей рассчитать паракор фенилгидразина.
3. Вещество имеет брутто-формулу $C_2H_6O_2$, его плотность при 293 К равна $1,157 \text{ г/мл}$, а поверхностное натяжение – $46,1 \text{ дин/см}$. Что это за вещество. Воспользоваться таблицей паракоров атомов и связей.
4. Поверхностное натяжение аллилового спирта при 293 и 303 К соответственно равно $25,68 \cdot 10^{-3}$ и $24,92 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$. Определить критическую температуру этого спирта, изменение энтропии при образовании единицы его поверхности и тепловой эффект этого процесса в указанном интервале температур.

Вариант 6

1. Что представляет собой паракор? Каков его физический смысл и какова размерность?
2. На основании справочных данных о паракорах атомов и связей рассчитать паракор пиридина.
3. Поверхностное натяжение вещества, имеющего формулу C_6H_7N , при 333 К равно $39,4 \text{ эрг/см}^2$, а плотность его при этой температуре составляет 1005 кг/м^3 . Что это за вещество? Данные о паракорах атомов и связей взять из справочника.

4. Используя температурную зависимость поверхностного натяжения, приведенную в справочнике, определить графическим способом изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 поверхности сероуглерода в интервале от 283 до 303 К, а также критическую температуру этого вещества.

Вариант 7

1. Капиллярное давление, определенное для исследуемой жидкости по методу Ребиндера, равно 1834,5 Па, а радиус капилляра – 0,024 мм. Каково поверхностное натяжение этой жидкости?

2. Рассчитать паракор тиофена, воспользовавшись таблицей паракоров атомов и связей.

3. Плотность вещества, имеющего общую формулу $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$, при 283 К составляет $1028,2 \text{ кг/м}^3$, а его поверхностное натяжение при этой температуре – 39,5 дин/см. Как называется это вещество. Необходимые данные взять из справочника.

4. По справочным данным зависимости поверхностного натяжения диэтилового эфира от температуры рассчитать изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 его поверхности в интервале от 283 до 303 К, определить критическую температуру этого эфира.

Вариант 8

1. Что лежит в основе численного определения поверхностного натяжения по методу наибольшего давления в пузырьке? Как должен быть в этом методе погружен капилляр? Каково соотношение между поверхностным натяжением жидкости и радиусом капилляра?

2. По табличным значениям паракоров атомов и связей рассчитать паракор 1,4-диоксана.

3. При 323 К поверхностное натяжение вещества, имеющего формулу $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, равно 58 дин/см, а плотность – $1,3094 \text{ г/мл}$. Как называется это вещество? Воспользоваться справочными данными о паракорах атомов и связей.

4. Рассчитать изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 поверхности анилина в интервале от 273 до 333 К, а также критическую температуру этого вещества, воспользовавшись необходимыми справочными данными.

Вариант 9

1. Скорость, масса, время, паракор, температура – это величины аддитивные? Докажите.

2. Пользуясь справочными данными о паракорах атомов и связей, рассчитать паракор ацетонитрила.

3. При 293 К плотность вещества, имеющего формулу $C_4H_{10}O$, равна 0,8 027 г/мл, а его поверхностное натяжение при этой же температуре – 24,6 дин/см. Воспользовавшись данными о парах атомов и связей идентифицировать это вещество.
4. Какова критическая температура этилового спирта, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м² его поверхности в интервале от 273 до 333 К? Зависимость поверхностного натяжения от температуры взять из справочника.

Вариант 10

1. Какова зависимость поверхностного натяжения от температуры? Что такое критическая температура? Дать уравнение зависимости $\sigma = f(T)$.
2. Определить паравес ацетофенона, воспользовавшись таблицей паравес атомов и связей.
3. Дать название веществу, имеющему формулу C_5H_5N , плотность которого равна 0,971 г/см³, а поверхностное натяжение при 313 К составляет 35 эрг/см². Данные о парах атомов и связей взять из справочника.
4. Используя температурную зависимость поверхностного натяжения, приведенную в справочнике, определить графическим способом изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м² поверхности нитробензола в интервале от 273 до 313 К, а также критическую температуру этого вещества.

Вариант 11

1. Капиллярное давление для воды, определенное на приборе Ребиндера, равно 132 мм вод. ст. при 298 К. Каково капиллярное давление исследуемой жидкости при тех же условиях, если ее поверхностное натяжение – 28,9 дин/см?
2. Определить паравес уксусного ангидрида, пользуясь таблицей паравес атомов и связей.
3. При 293 К плотность вещества, имеющего формулу $C_3H_6O_2$ равна 0,972 г/мл, а его поверхностное натяжение при этой температуре – 0,0 267 Н/м. Как называется это вещество? Воспользоваться табличным материалом о парах атомов и связей.
4. Глицерин имеет поверхностное натяжение 59 и 58 эрг/см² при температурах соответственно 303 и 323 К. Определить графически его критическую температуру, изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м² поверхности в указанном интервале температур.

Вариант 12

1. Нарисовать схему установки Ребиндера и объяснить принцип ее работы. Что такое аспиратор и какого его назначения? В чем преимущество наклонного дифманометра, по сравнению с вертикальным?

2. Пользуясь справочными данными о парах атомов и связей, рассчитать пар анилина.
3. Формула вещества – $C_2H_4O_2$, его плотность – 1,0259 г/мл при 30°C, а поверхностное натяжение при этой температуре – 0,0268 Н/м. Это эфир или кислота? Воспользоваться таблицей пар атомов и связей.
4. Поверхностное натяжение ацетона при 0 и 60°C соответственно равно 0,02621 и 0,01861 Дж/м². Определить критическую температуру ацетона, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы ее поверхности в указанном интервале температур.

Вариант 13

1. Капиллярное давление для этилового спирта при 293 К, определенное на приборе Ребиндера, равно 73,5 мм вод. ст., а для исследуемой жидкости оно составляет 127 мм.вод.ст. Каково поверхностное натяжение этой жидкости?
2. По табличным значениям пар атомов и связей рассчитать пар диэтилового эфира.
3. Плотность вещества, имеющего формулу $C_6H_8N_2$, при 333 К равна 1,0403 г/см³, а поверхностное натяжение его при этой температуре – $40,4 \cdot 10^{-3}$ Дж/м². Воспользовавшись необходимыми справочными данными, идентифицировать это вещество.
4. Какова критическая температура бензола, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы его поверхности в интервале температур от 283 до 313 К? Воспользоваться справочником.

Вариант 14

1. Чем отличаются молекулы поверхностного слоя от молекул, находящихся в глубине вещества? К чему это приводит? Показать на примере.
2. Рассчитать пар этилформиата, воспользовавшись таблицей пар атомов и связей.
3. При 303 К поверхностное натяжение вещества, имеющего формулу C_2H_3N , равно $27,8 \cdot 10^{-3}$ Н/м, а плотность – 0,7847 г/мл. Как называется это вещество? Воспользоваться справочными данными о парах атомов и связей.
4. Каково изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности гептана в интервале от 293 до 333 К, а также какова критическая температура этого вещества? Воспользоваться необходимыми справочными данными.

Вариант 15

1. Рассмотреть способы определения численных значений поверхностного натяжения. Что такое стагмометр и для чего он предназначен?

2. На основании справочных данных о парах атомов и связей рассчитать паравор этиленгликоля.
3. Вещество с брутто-формулой $C_4H_6O_3$ имеет плотность 1055 кг/м^3 при 313 К и поверхностное натяжение $0,03\ 005 \text{ Дж/м}^2$. Идентифицировать данное вещество, пользуясь справочным материалом о парах атомов и связей.
4. Определить графически критическую температуру метанола, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 поверхности в интервале от 273 до 313 К . Температурную зависимость поверхностного натяжения этого спирта взять из справочника.

Вариант 16

1. Радиус капилляра установки Ребиндера $0,127 \text{ мм}$. Каково максимальное давление в пузырьке, образующемся при погружении этого капилляра в воду при 293 К и находящемся под разряжением? По табличным данным о парах атомов и связей рассчитать паравор фенилэтилена.
2. По табличным данным о парах атомов и связей рассчитать паравор фенилэтилена.
3. Брутто-формула вещества – $C_4H_8O_2$, его плотность при 0°С равна $0,9\ 244 \text{ г/мл}$, поверхностное натяжение – $26,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$. Как называется это вещество? Воспользоваться таблицей параворов атомов и связей.
4. Вычислить изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности муравьиной кислоты в интервале температур от 283 до 303 К , а также определить критическую температуру этого вещества, используя необходимые справочные данные.

Вариант 17

1. Какова связь между поверхностным натяжением жидкости и ее плотностью? Какой вывод из этой зависимости сделал Сегден? Пояснить.
2. Определить паравор фенола, воспользовавшись свойством аддитивности паравора.
3. Поверхностное натяжение вещества с формулой C_3H_6O при 283 К равно $0,025 \text{ Дж/м}^2$, а плотность его при этой температуре $816,8 \text{ кг/м}^3$. Что это за вещество? Необходимые данные взять из справочника.
4. По справочным данным зависимости поверхностного натяжения октана от температуры рассчитать изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы его поверхности в интервале от 273 до 333 К , определить критическую температуру октана.

Вариант 18

1. В чем суть определения структуры молекулы исследуемого вещества с помощью паравора?
2. Определить паравор аллилового спирта. Воспользоваться таблицей рефракций атомов, связей и циклов.

3. Поверхностное натяжение вещества с формулой C_3H_7O при 303 К равно 24,92 дин/см, а плотность его при этой температуре – 0,8421 г/см³. Как называется это вещество? Необходимые данные взять из справочника.
4. Определить по справочным данным зависимости поверхностного натяжения от температуры изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности 1-бутанола в интервале от 273 до 333 К, а также критическую температуру этого вещества.

Вариант 19

1. Что такое принцип аддитивности? Какие вы знаете аддитивные физические величины? Привести примеры.
2. Каков параван этилацетата? Необходимые данные о параванах атомов связей и циклов взять из справочника.
3. Плотность вещества, имеющего формулу $C_2H_4O_2$, при 323 К составляет 0,916 г/мл, а его поверхностное натяжение при этой температуре равно 20,05 эрг/см². Это кислота или эфир? Необходимые данные взять из справочника.
4. Пользуясь температурной зависимостью поверхностного натяжения, приведенной в справочнике, определить графически изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности толуола в интервале от 283 до 313 К, а также критическую температуру этого вещества.

Вариант 20

1. Что такое поверхностное натяжение? Каков его физический смысл? Какова размерность поверхностного натяжения?
2. На основании справочных данных о параванах атомов и связей рассчитать параван бензилового спирта.
3. При 303 К плотность вещества, имеющего формулу C_7H_8O , равна 1041 кг/м³, а его поверхностное натяжение при этой температуре – 0,03894 Н/м. Воспользовавшись необходимыми справочными материалами, идентифицировать это вещество.
4. Пользуясь температурной зависимостью поверхностного натяжения, приведенной в справочнике, определить графически изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности циклогексана в интервале от 293 до 323 К, а также критическую температуру этого вещества.

Вариант 21

1. Капиллярное давление, определенное при 298 для воды по методу максимального давления в пузырьке, равно 4238 Па. Чему равен радиус капилляра данной установки, если ее манометр расположен вертикально?

2. Каков парадокс глицерина? Воспользоваться таблицей парадоксов атомов связей и циклов.
3. Дать название веществу, имеющему формулу C_6H_6O , плотность которого составляет 1070 кг/м^3 , а поверхностное натяжение при 313 К равно $0,03874 \text{ Дж/м}^2$. Данные о парадоксах атомов и связей взять из справочника.
4. Вычислить критическую температуру хлорбензола, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности его в интервале от 273 до 323 К . Воспользоваться справочными данными.

Вариант 22

1. В чем суть определения поверхностного натяжения методом отрыва кольца?
2. Определить парадокс бензола. Воспользоваться таблицей парадоксов атомов, связей и циклов.
3. При температуре 303 К вещество с брутто-формулой $C_6H_5O_2N$ имеет плотность $1,1936 \text{ г/см}^3$, а поверхностное натяжение – $42,7 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$. Что это за вещество? Для ответа на вопрос воспользоваться таблицей парадоксов атомов и связей.
4. Вычислить критическую температуру *m*-ксилола, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании 1 м^2 поверхности его в интервале от 273 до 333 К . Воспользоваться справочником.

Вариант 23

1. В чем суть определения численного значения поверхностного натяжения по методу определения высоты поднятия жидкости в капилляре?
2. Определить парадокс муравьиной кислоты. Воспользоваться таблицей парадоксов атомов и связей.
3. Назвать вещество с химической формулой C_4H_4S , плотность которого при температуре 293 К равна $1064,7 \text{ кг/м}^3$, а поверхностное натяжение – $33,1 \text{ эрг/см}^2$. Воспользоваться таблицей парадоксов атомов и связей.
4. Определить графическим методом критическую температуру *n*-ксилола, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности его в интервале от 293 до 333 К . Воспользоваться справочником.

Вариант 24

1. Зависит ли парадокс от температуры? Если да, то как? Если нет, то почему?
2. Определить парадокс этанола, воспользовавшись таблицей парадоксов атомов и связей.
3. Вещество имеет брутто-формулу C_2H_4O , плотность его при 293 К равна $0,783 \text{ г/см}^3$, а поверхностное натяжение при этой температуре составляет $21,2 \text{ дин/см}$. Воспользовавшись таблицей парадоксов атомов и связей, определить, что это за вещество.

4. По температурной зависимости поверхностного натяжения определить графическим методом изменение энтропии и энтальпии пентана при образовании 1 м^2 поверхности в интервале от 293 до 323 К, а также критическую температуру этого вещества.

Вариант 25

1. Каким образом выражается изменение энтропии при образовании новой поверхности? В этом случае энтропия уменьшается или возрастает? Какова ее размерность?
2. Определить паракор хлорбензола, воспользовавшись таблицей паракоров атомов и связей.
3. Назвать вещество с химической формулой $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, плотность которого при температуре 293 К равна $1,1062 \text{ г/мл}$, поверхностное натяжение — $33,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$. Воспользуйтесь таблицей паракоров атомов и связей.
4. Определить критическую температуру тетрахлорметана, а также изменение энтропии и энтальпии при образовании единицы поверхности в интервале 273–333 К. Воспользоваться справочником.

ТЕРМОХИМИЯ

Вариант 1

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки у солей хлоридов щелочноземельных металлов? У какой из них она больше? Доказать.
2. В калориметрический стакан с 230 мл воды при 298 К опущено из кипятка латунное тело массой 75 г. Какая температура воды при этом установилась, если известно, что теплоемкость калориметра равна 906,7 Дж/К.
3. Марганец образует несколько оксидов. Энергия кристаллической решетки одного из них – 11916 кДж/моль. Написать формулу этого оксида, зная, что радиус иона кислорода – 0,14 нм, а радиусы ионов марганца: (7+) 0,046 нм; (4+) 0,06 нм; (2+) 0,08 нм (по Полингу).
4. Вычислить тепловой эффект образования жидкого амилового спирта $C_5H_{12}O$ из простых веществ, если его теплота сгорания при 298 К равна -3320,84 кДж/моль. Теплота образования CO_2 составляет -393,51 кДж/моль, а теплота образования воды равна -285,83 кДж/моль.
5. Вычислить количество тепла при разбавлении 5 кг 30%-го водного раствора хлористого лития 29,7 кг воды при 298 К. Для расчета воспользоваться справочником.

Вариант 2

1. У какого из гидридов щелочных металлов энергия кристаллической решетки меньше? Доказать.
2. Какова должна быть плотность серной кислоты, чтобы при добавлении 4,66 мл ее в калориметрический стакан с водой в нем выделилось 4200 Дж тепла?
3. Энергия кристаллической решетки хлорида кальция равна 2220 кДж/моль, радиус иона кальция – 0,104 нм. Найти радиус иона хлора.
4. Найти теплоту гидратации при растворении кристаллического сульфата меди в воде при 25⁰С, если интегральная теплота растворения соли при этих условиях составляет -68,37 кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочником.
5. Определить тепловой эффект разведения 35,25% го водного раствора ортофосфорной кислоты до 0,05%-й концентрации. Воспользоваться справочником.

Вариант 3

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки у галогенидов натрия? У какого из них она больше? Доказать.

2. Сколько мл серной кислоты плотностью 1840 кг/м^3 было влито в калориметрический стакан с водой, если известно, что при этом выделилось 3500 Дж тепла?
3. Каков радиус иона бария в кристалле его хлорида, если энергия кристаллической решетки этой соли – 2023 кДж/моль , а радиус иона хлора – $0,181 \text{ нм}$?
4. Вычислить тепловой эффект образования кристаллического фенола $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ из простых веществ, если его теплота сгорания при 298 К составляет $-8060,52 \text{ кДж/моль}$. Теплота образования углекислого газа равна $-393,51 \text{ кДж/моль}$, а теплота образования воды равна $-285,83 \text{ кДж/моль}$.
5. По справочным данным рассчитать процентную концентрацию водного раствора бромистого натрия, если известно, что при разведении 2 кг его $7,63 \text{ кг}$ воды при 298 К интегральная теплота растворения соли изменилась от $-3,7$ до $-0,86 \text{ кДж/моль}$.

Вариант 4

1. Теплота сгорания соединений и ее использование в термохимических расчетах. Каково устройство калориметра?
2. В чем сущность определения теплоемкости калориметрической системы по теплоте разбавления серной кислоты?
3. У какой из солей энергия кристаллической решетки меньше: у хлорида одно- или двухвалентной меди? Радиус иона меди(1+) равен $0,096 \text{ нм}$, иона меди(2+) $0,072 \text{ нм}$, радиус иона хлора – $0,181 \text{ нм}$.
4. Рассчитать теплоту гидратации при растворении кристаллического сульфата магния в воде при 25°C , если его интегральная теплота растворения при этих условиях равна $-87,61 \text{ кДж/моль}$. Для расчета воспользоваться справочником.
5. По табличным данным рассчитать количество воды (кг), которое необходимо добавить к 5 кг $84,5\%$ водного раствора серной кислоты при 298 К , если известно, что при разведении интегральная теплота растворения кислоты изменилась от $-28,07$ до $-67,03 \text{ кДж/моль}$.

Вариант 5

1. Теплоемкость при постоянном объеме и при постоянном давлении. Какова их связь между собой? Каков физический смысл универсальной газовой постоянной, ее численное значение и размерность?
2. Рассчитайте тепловой эффект реакции $2\text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(г)} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ при 298 К и $1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$, пользуясь данными справочника.
3. Радиус иона кислорода в оксидах свинца равен $0,14 \text{ нм}$, а радиус ионов свинца в двух различных степенях окисления (по Гольдшмидту) составляет $0,084$ и $0,12 \text{ нм}$. Написать формулы каждого из этих оксидов, зная, что энергия кристаллической решетки одного из них – 3202 , а другого – $10\,877 \text{ кДж/моль}$.

4. Каков тепловой эффект образования жидкого нитробензола из простых веществ, если его теплота сгорания при 298 К равна -3091,2 кДж/моль? Используйте справочные данные.
5. По справочным материалам вычислить количество тепла при разведении 2 кг 50%-го водного раствора азотной кислоты 3,3 кг воды при 298 К.

Вариант 6

1. Термохимия и ее задачи. Термохимические уравнения. Какие реакции называются экзотермическими, а какие эндотермическими?
2. Теплоемкость калориметрической системы. Сколько воды (мл) было налито в калориметр, если теплоемкость калориметрической системы равна 2400 Дж/К, а теплоемкость калориметра – 328 Дж/К.
3. У какого из хлоридов: натрия или калия – энергия кристаллической решетки больше и насколько? Радиус иона хлора составляет 0,181 нм, радиусы ионов натрия и калия соответственно равны 0,097 и 0,133 нм.
4. Используя справочник, вычислить при 298 К тепловой эффект реакции $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ при постоянном давлении; при постоянном объеме.
5. Пользуясь справочными данными, определить количество (кг) 22,6%-го водного раствора хлорида натрия, при добавлении к которому (при 298 К) 12,4 кг воды интегральная теплота растворения соли изменилась с 1,99 до 3,79 кДж/моль.

Вариант 7

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки у солей хлоридов щелочных металлов? У какой из них она меньше? Доказать.
2. Перечислить способы определения теплоемкости калориметрической системы. Чему равна теплоемкость калориметрической системы, если тело массой 100 г, извлеченное из кипящей воды, опущено в калориметр; при этом температура воды в калориметре увеличилась с 21 до 23,2⁰С? Удельная теплоемкость тела – 0,5 Дж/(г·К). Для какой цели определяется теплоемкость калориметрической системы?
3. Радиус иона серы – 0,184 нм, энергия кристаллической решетки сульфида одновалентной меди составляет 2254,6 кДж/моль, а сульфида двухвалентной меди – 3244,6 кДж/моль. Как изменяется радиус иона при различных степенях окисления?
4. Вычислить теплоту гидратации (кДж/моль) при растворении кристаллического хлорида бария в воде при 25⁰С, если его интегральная теплота растворения при этих условиях равна -11,18 кДж/моль. Воспользоваться справочником.
5. По справочным данным определить тепловой эффект разведения 56,1%-го водного раствора муравьиной кислоты до 14,6%-й концентрации.

Вариант 8

1. Пять следствий из закона Гесса и их практическое применение.
2. В чем суть расчетного метода определения теплоемкости калориметрической системы?
3. Радиус иона кислорода по Бокию равен $-0,135$ нм, по Ингольду составляет $-0,176$ нм, по Гольдшмидту – $0,14$ нм. Кто из них прав, если радиус иона бария – $0,136$ нм, а энергия кристаллической решетки его оксида – $3081,75$ кДж/моль?
4. Сгорание жидкого этилацетата происходит до CO_2 и $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$. Вычислить тепловой эффект образования жидкого этилацетата из простых веществ, если его теплота сгорания при 298 К равна $-393,51$ кДж/моль. Воспользоваться справочником.
5. Используя справочные данные, вычислить количество тепла при разведении 1 кг $52,1\%$ -го водного раствора фосфорной кислоты $0,9$ кг воды при 298 К.

Вариант 9

1. Какой из оксидов щелочноземельных металлов обладает наибольшей энергией кристаллической решетки? Доказать.
2. Калориметр, его устройство. Какие величины определяются при помощи калориметрических измерений? Для каких расчетов они используются?
3. Рассчитать радиус иона водорода в гидриде лития, если энергия кристаллической решетки этого соединения равна 978 кДж/моль, а радиус иона лития по Бокию составляет $0,068$ нм.
4. Найти теплоту растворения кристаллического хлористого лития в воде при 25°C , если теплота гидратации этого вещества равна $-899,3$ кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочником.
5. Определить тепловой эффект разбавления $38,06\%$ -го водного раствора гидроксида калия до концентрации $0,31\%$. Для расчета воспользоваться справочником.

Вариант 10

1. Что называется стандартной теплотой образования данного вещества?
2. В стеклянный калориметрический стакан массой 175 г налито 210 мл воды при 298 К. В воду погружен термометр, ртутный шарик которого вытеснил при этом $2,73$ мл жидкости. Стеклянная мешалка массой 23 г погружена в воду на 20% своей длины. Какова теплоемкость данной калориметрической системы?
3. Известно, что энергия кристаллической решетки одного из хлоридов меди равна 756 кДж/моль. Радиус иона хлора – $0,181$ нм, а радиусы ионов меди($1+$) составляют $0,097$ нм; меди($2+$) $0,074$ нм. Написать формулу этого хлорида.

4. Определить теплоту растворения кристаллического бромистого калия в метаноле при 25°C , если теплота сольватации этого процесса равна $-685,6$ кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочником.
5. Каков тепловой эффект разведения 32%-го водного раствора аммиака до 0,5%-й концентрации? Воспользоваться справочником.

Вариант 11

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки хлоридов металлов подгруппы меди? У какого из хлоридов она больше?
2. Какие известны способы определения теплоемкости калориметрической системы? Методика определения теплоемкости по нагретому телу.
3. Радиус иона стронция по Полингу составляет $0,113$ нм, энергия кристаллической решетки его гидроксида равна $2416,7$ кДж/моль. Каков радиус гидроксид-иона?
4. Найти теплоту растворения кристаллического хлористого рубидия в формамиде при 25°C , если теплота сольватации этого процесса равна $-681,1$ кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочными данными.
5. По справочным данным рассчитать процентную концентрацию водного раствора соляной кислоты, если известно, что при разведении 1 кг ее (при 298 К) $0,71$ кг воды интегральная теплота растворения кислоты изменилась от $-64,05$ до $-69,49$ кДж/моль.

Вариант 12

1. Теплота нейтрализации слабых кислот и оснований. Будут ли отличаться теплоты нейтрализации децимолярных растворов HCOOH , CH_3COOH , гидроксида аммония?
2. Что такое калориметрическая система? Чему равна теплоемкость калориметрической системы (Дж/К), если в калориметр поместили 10 г льда, и при этом температура понизилась на $1,2^{\circ}$? Для чего определяется $C_{\text{к.с}}$?
3. На основании данных Бокия о радиусах ионов в кристаллах, оценить и сравнить энергию кристаллической решетки оксидов магния и кальция. Использовать справочник.
4. По справочным данным вычислить тепловой эффект образования триметиламина из простых веществ, если его теплота сгорания при 298 К составляет $-2442,92$ кДж/моль. Сгорание происходит до CO_2 , $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ и азота.
5. Какова стала процентная концентрация 30,8%-го водного раствора гидроксида натрия после разведения его 4 кг воды при 298 К, если при этом интегральная теплота растворения щелочи изменилась от $-37,76$ до $-42,87$ кДж/моль? Воспользоваться справочником.

Вариант 13

1. Что больше: энергия кристаллической решетки хлоридов натрия или аммония? Доказать.
2. В чем сущность метода определения теплоемкости калориметрической системы с помощью нагрева ее электрическим током?
3. Относительная погрешность, допущенная Ингольдом при определении им радиуса иона аммония, составила 7,3%. Радиус иона йода по Мелвин-Хьюзу равен 0,223 нм, энергия кристаллической решетки соли хлорида аммония – 579,9 кДж/моль. Каков радиус иона аммония по Ингольду?
4. Какова теплота растворения кристаллического йодистого цезия в метилформамиде при 298 К, если теплота сольватации этого процесса равна -596,2 кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочником.
5. Определить количество тепла при разбавлении 2 кг 40,38% -го водного раствора соляной кислоты 2,76 кг воды при 298 К. Воспользоваться справочником.

Вариант 14

1. Сформулировать закон Гесса. Привести примеры его практического использования. В каких случаях расчеты тепловых эффектов химических реакций с помощью закона Гесса могут привести к неточным результатам?
2. Изменение теплоемкости в ходе реакции в некотором интервале температур меньше нуля. Как изменяется тепловой эффект этой реакции при повышении температуры в данном интервале?
3. Энергия кристаллической решетки одного из хлоридов железа – 5050 кДж/моль, другого – 2466 кДж/моль. Радиус иона хлора равен 0,181 нм, иона железа(2+) – 0,071 нм, иона железа(3+) – 0,064 нм. Написать формулы хлоридов железа для каждого значения энергии кристаллической решетки.
4. Пользуясь справочником, вычислить тепловой эффект образования кристаллической мочевины из простых веществ, если ее теплота сгорания при 298 К равна -632,2 кДж/моль. Сгорание происходит до CO_2 , $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ и азота.
5. По справочным данным вычислить количество воды (кг), которое необходимо добавить к 3 кг 50,9%-го водного раствора гидроксида калия при 298 К, если известно, что при его разведении интегральная теплота растворения изменилась от -41,8 до -52,66 кДж/моль.

Вариант 15

1. У какого из сульфидов металлов подгруппы меди энергия кристаллической решетки больше? Доказать.

2. Сформулировать теплоемкость калориметра. Чему равна теплоемкость калориметра (Дж/К), если в нем находится 300 мл воды, а теплоемкость калориметрической системы равна 2260 Дж/К?
3. Радиус иона серы по Мелвин-Хьюзу равен 0,1786 нм, по Гольдшмидту – 0,219 нм, по Бокию – 0,182 нм. Кто из них точнее определил радиус иона серы, если радиус иона серебра составляет 0,113 нм, а энергия кристаллической решетки его сульфида – 2155 кДж/моль?
4. Воспользовавшись справочными данными, вычислить при 298 К тепловой эффект реакции $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ при постоянном давлении и при постоянном объеме.
5. Пользуясь справочником, определить количество (кг) 45,4%-го водного раствора йодида калия, при добавлении к которому (при 298 К) 6,6 кг воды интегральная теплота растворения соли изменилась от 16,09 до 19,73 кДж/моль.

Вариант 16

1. Какой из гидроксидов щелочноземельных металлов обладает наибольшей энергией кристаллической решетки? Доказать.
2. Теплоемкость калориметра и теплоемкость калориметрической системы. На какую величину они отличаются? Чему равна теплоемкость калориметрической системы (Дж/К), если по нагревателю, погруженному в калориметр, в течение 10 мин проходит электрический ток силой 0,1 А и напряжением 10 В? Температура калориметра изменилась от 21,2 до 21,45⁰С.
3. Рассчитать относительную погрешность, допущенную Гольдшмидтом при определении им радиуса иона водорода в гидриде цезия, если установленный им радиус иона цезия составляет 0,167 нм, иона водорода – 0,153 нм, а энергия кристаллической решетки гидрида – 655,2 кДж/моль.
4. Какова теплота гидратации (кДж/моль) при растворении кристаллического хлорида лития в воде при 25⁰С, если его интегральная теплота растворения при этих условиях составляет -36,53 кДж/моль, для расчета использовать справочник.
5. По справочным данным определить тепловой эффект разбавления 77,8%-го азотной кислоты до концентрации 25,9%.

Вариант 17

1. Объяснить, почему знак теплового эффекта растворения зависит от природы растворяемого вещества.
2. В чем суть графического метода определения изменения температуры в процессе растворения солей?
3. У какого из оксидов энергия кристаллической решетки меньше: у оксида стронция или оксида магния? Рассчитать, пользуясь справочным материалом.

4. По справочным данным вычислить при 298 К тепловой эффект реакции $4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$ при постоянном давлении; при постоянном объеме.

5. Рассчитать тепловой эффект разбавления 64,46%-го водного раствора серной кислоты до концентрации 6,77%. Для расчета воспользоваться справочником.

Вариант 18

1. Какова теплота образования соединений из простых веществ. Дать понятие интегральной и дифференциальной теплоты растворения соединений. Какая теплота определяется в данной лабораторной работе?

2. В чем суть определения теплоемкости калориметрической системы по теплоте таяния льда?

3. Пользуясь справочными данными о радиусах ионов в кристаллах (по Ингольду), сравнить и оценить энергии кристаллической решетки хлорида рубидия и цезия, сформулировать причины различий.

4. По табличным данным рассчитать теплоту гидратации (кДж/моль) при растворении углекислого натрия в воде при 25°C, если его интегральная теплота растворения при этих условиях равна -23,43 кДж/моль.

5. Вычислить количество тепла при разбавлении 4 кг 32%-го водного раствора аммиака 10,8 кг воды при 298 К. Для расчета воспользоваться справочником.

Вариант 19

1. Каково различие между теплотой гидратации и теплотой гидратообразования? Способы их определения. Какое условие должно обязательно выполняться для точного определения этих теплот?

2. Какие известны способы определения теплоемкости калориметрической системы? Методика определения теплоемкости калориметрической системы по известной теплоте растворения какой-либо соли.

3. На основании справочных данных о радиусах ионов в кристаллах (по Бокию) оценить и сравнить энергии кристаллических решеток хлоридов серебра и меди одинаковой степени окисления.

4. По справочным данным рассчитать теплоту растворения кристаллического йодистого натрия в воде при 298 К, если теплота гидратации этого процесса равна -713,3 кДж/моль.

5. Найти тепловой эффект разведения 67%-го водного раствора соляной кислоты до концентрации 2%. Для расчета воспользоваться справочником.

Вариант 20

1. Дать понятие теплоемкости; теплоемкости средней, истинной, удельной, мольной; размерности теплоемкости.

2. Какая из двух солей: хлорид лития или хлорид натрия – будет растворяться с поглощением теплоты; с выделением теплоты? Почему это происходит? Воспользоваться справочником.
3. Известны три устойчивых оксида хрома. Написать формулу того из них, энергия кристаллической решетки которого равна 14 663 кДж/моль. Радиус иона кислорода составляет 0,14 нм, а ионов хрома(6+) (по Бокию) – 0,035 нм; хрома(3+) – 0,064 нм; хрома(2+) – 0,083 нм.
4. Вычислить тепловой эффект реакции образования кристаллической щавелевой кислоты $C_2H_2O_4$ из простых веществ, если ее теплота сгорания при 298 К равна -251,88 кДж/моль. Необходимые данные взять из справочника.
5. Какова процентная концентрация водного раствора бромид лития после разведения 1 кг его 43,9%-го раствора при 298 К, если при этом интегральная теплота растворения соли изменилась от -42,8 до -47,74 кДж/моль? Воспользоваться справочником.

Вариант 21

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки у солей хлоридов щелочных металлов? У какой из них она меньше? Доказать.
2. Теплоемкость калориметра и теплоемкость калориметрической системы. На какую величину они отличаются? Чему равна теплоемкость калориметрической системы (Дж/К), если по нагревателю, погруженному в калориметр, в течение 10 мин проходит электрический ток силой 0,1 А и напряжением 10 В? Температура калориметра изменилась от 21,2 до 21,45°C.
3. Радиус иона серы равен 0,184 нм, энергия кристаллической решетки сульфида одновалентной меди составляет 2254,6 кДж/моль, а сульфида двухвалентной меди – 3244,6 кДж/моль. Как изменяется радиус иона при различных степенях окисления?
4. Найти теплоту гидратации при растворении кристаллического сульфата меди в воде при 25°C, если интегральная теплота растворения соли при этих условиях равна -68,37 кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочником.
5. Каков тепловой эффект разведения 32%-го водного раствора аммиака до 0,5%-го концентрации? Воспользоваться справочником.

Вариант 22

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки у солей хлоридов щелочных металлов? У какой из них она меньше? Доказать.
2. Что такое калориметрическая система? Чему равна теплоемкость калориметрической системы (Дж/К), если в калориметр поместили 10 г льда, и при этом температура понизилась на 1,2°. Для чего определяется $C_{к.с}$?

3. У какой из солей энергия кристаллической решетки меньше: у хлорида одно- или двухвалентной меди? Радиус иона меди(1+) равен $0,096$ нм, иона меди(2+) – $0,072$ нм, радиус иона хлора – $0,181$ нм.
4. Рассчитать теплоту гидратации при растворении кристаллического сульфата магния в воде при 25°C , если его интегральная теплота растворения при этих условиях составляет $-87,61$ кДж/моль. Для расчета воспользоваться справочником.
5. Каков тепловой эффект разведения 32%-го водного раствора аммиака до 0,5% -й концентрации? Воспользоваться справочником.

Вариант 23

1. Какова теплоемкость при постоянном объеме и при постоянном давлении. Какова их связь между собой? Каков физический смысл универсальной газовой постоянной, ее численное значение и размерность?
2. Какова теплоемкость калориметра. Чему равна теплоемкость калориметра (Дж/К), если в нем находится 300 мл воды, а теплоемкость калориметрической системы равна 2260 Дж/К?
3. Энергия кристаллической решетки одного из хлоридов железа равна 5050 кДж/моль, другого – 2466 кДж/моль. Радиус иона хлора – $0,181$ нм, иона железа(2+) составляет $0,071$ нм, иона железа(3+) – $0,064$ нм. Написать формулы хлоридов железа для каждого значения энергии кристаллической решетки.
4. Какова теплота гидратации (кДж/моль) при растворении кристаллического хлорида лития в воде при 25°C , если его интегральная теплота растворения при этих условиях составляет $-36,53$ кДж/моль, для расчета использовать справочник.
5. Используя справочные данные, вычислить количество тепла при разведении 1 кг 52,1%-го водного раствора фосфорной кислоты 0,9 кг воды при 298 К.

Вариант 24

1. У какого из сульфидов металлов подгруппы меди энергия кристаллической решетки больше? Доказать.
2. Описать калориметр, его устройство. Какие величины определяются при помощи калориметрических измерений? Для каких расчетов они используются?
3. Радиус иона стронция по Полингу равен $0,113$ нм, энергия кристаллической решетки его гидроксида составляет $2416,7$ кДж/моль. Каков радиус гидроксид-иона?

4. По справочным данным вычислить тепловой эффект образования триметиламина из простых веществ, если его теплота сгорания при 298 К равна -2442,92 кДж/моль. Сгорание происходит до CO_2 , $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ и азота.
5. Определить количество тепла при разбавлении 2 кг 40,38%-го водного раствора соляной кислоты 2,76 кг воды при 298 К. Воспользоваться справочником.

Вариант 25

1. Как изменяется энергия кристаллической решетки хлоридов металлов подгруппы меди? У какого из хлоридов она больше?
2. Какова теплоемкость калориметра. Чему равна теплоемкость калориметра (Дж/К), если в нем находится 300 мл воды, а теплоемкость калориметрической системы равна 2260 Дж/К?
3. Рассчитать относительную погрешность, допущенную Гольдшмидтом при определении им радиуса иона водорода в гидриде цезия, если установленный им радиус иона цезия составляет 0,167 нм, иона водорода – 0,153 нм, а энергия кристаллической решетки гидрида равна 655,2 кДж/моль.
4. Какова теплота гидратации (кДж/моль) при растворении кристаллического хлорида лития в воде при 25⁰С, если его интегральная теплота растворения при этих условиях равна -36,53 кДж/моль, для расчета использовать справочник.
5. По справочным данным вычислить количество воды (кг), которое необходимо добавить к 3 кг 50,9%-го водного раствора гидроксида калия при 298 К, если известно, что при разведении интегральная теплота растворения изменилась от -41,8 до -52,66 кДж/моль.